PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-229403

(43)Date of publication of application : 08.10.1987

(51)Int.Cl. G05B 13/00

(21)Application number : 61-071174

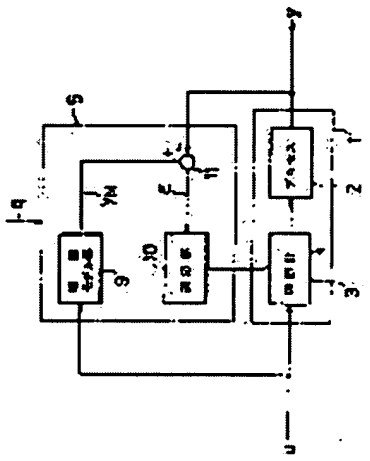
(22)Date of filing : 31.03.1986

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(72)Inventor : KANDA MASAE

(54) ADAPTIVE CONTROLLER

(57)Abstract:



PURPOSE: To attain optimum control in accordance with the change in process characteristics by forming an adaptive algorithm from the deviation between a standard model output and a control output in a controlled system, both of which respond to an operation input, and altering and setting a parameter in a controller when the operation appreciation index of a process exceeds a prescribed value in a prescribed period.

CONSTITUTION: When the operation appreciation index of the process 2 exceeds the prescribed value in the prescribed period, the adaptive algorithm is formed which responds to the change in characteristics of the process 2 at all times, from the deviation between the standard model output yM and the control output (y), both of which respond to the operation input (u), and parameters in the controller 3 are altered and set. Consequently, parameters in the controller 3 can set the value in response to the characteristic change at all times and always attain the optimum control. The operation of an adaptive means 5 is within the period of receiving the command from a judgement means 4 and it is the case that the deviation ε exceeds the threshold, so it attains the optimum control in a timing when the characteristics of the process 2 change.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　昭62－229403

⑤1Int.Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　昭和62年(1987)10月8日
G 05 B 13/00		8225－5H	

審査請求　未請求　発明の数 1　（全5頁）

⑤4発明の名称　適応制御装置

⑳特　願　昭61－71174
㉒出　願　昭61(1986)3月31日

⑦2発明者　神田　雅江　東京都府中市東芝町1番地　株式会社東芝府中工場内
⑦1出願人　株式会社東芝　川崎市幸区堀川町72番地
⑦4代理人　弁理士　鈴江　武彦　外2名

明　細　書

1．発明の名称

適応制御装置

2．特許請求の範囲

操作入力を受ける調節計およびこの調節計の操作出力を受けるプロセスを有する被調節系と、少なくともこの被調節系の制御出力を受けてプロセスの動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に動作指令を送出する判断手段と、前記動作指令を受けている期間動作し前記操作入力に応じた規範モデル出力と前記被制御系の制御出力との偏差から随時前記プロセスの特性変化に応じた適応アルゴリズムを作成して前記調節計のパラメータを変更設定する適応手段とを具備したことを特徴とする適応制御装置。

3．発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

（産業上の利用分野）

本発明は適応制御装置の改良に関する。

（従来の技術）

適応制御装置はプロセスの同定を行なうとともにセルフチューニングレギュレータ（Self－Tuning Regulator－STR）又はモデル規範形適応制御の制御方式を実行してプロセスの特性変化に応じた制御を行なうものである。そこで、セルフチューニングレギュレータは、プロセスの制御出力を所定サンプリング期間毎に受け取って現時点までに受け取った制御出力からプロセスのパラメータを同定法により推定し、この推定値からプロセスを最適に制御するものであり、またモデル規範形適応制御は良好な応答を示す規範モデルを設定し、この規範モデルに従ってプロセスへの操作出力を調節して制御を行なうものである。ところが、このような装置は同定を行なう為にプロセスの制御出力を所定期間毎にサンプリングしてプロセスのパラメータを推定するので、この推定の演算が終了するまでにどうしても時間が掛かってしまう。従って、この演算期間にプロセスの特性が変化してしまうと、プロセス特性変化に対し

て適切に制御できなくなる。

（発明が解決しようとする問題点）

このように従来装置では、適応制御としての機能を十分に発揮することができず、このため経時的に特性が変化するプロセスに対して適切に制御できる装置が要求されている。

そこで本発明は上記問題点を解決すめために、調節計のパラメータを随時変更設定してプロセス特性の変化に応じた最適な制御ができる適応制御装置を提供することを目的とする。

［発明の構成］

（問題点を解決するための手段）

本発明は、操作入力を受ける調節計およびこの調節計の操作出力を受けるプロセスを有する被調節系と、少なくともこの被調節系の制御出力を受けてプロセスの動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に動作指令を送出する判断手段と、動作指令を受けている期間動作し操作入力に応じた規範モデル出力と被制御系の制御出力との偏差から随時プロセスの特性変化に応じた適応アルゴリズムを作成して調節計のパラメータを変更設定する適応手段とを備えて上記目的を達成しようとする適応制御装置である。

（作用）

このような手段を備えたことにより、プロセスの動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に、操作入力に応じた規範モデル出力と被制御系の制御出力との偏差から随時プロセスの特性変化に応じた適応アルゴリズムが作成されて調節計のパラメータが変更設定される。

（実施例）

以下、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

第１図は離散システムとして成る適応制御装置の構成図である。同図において１は被調節系であって、これは操作入力ｕを受けてＰＩＤ（比例・積分・微分）演算を行なって操作出力ｖをプロセス２に送出する調節計３およびプロセス２から成っている。なお、調節計３は伝達関数Ｇ（ｓ）を近似的に表わすと、

$$G(s)=K_p\left(1+\frac{1}{T_i}+T_D\right) \quad \cdots(1)$$

となる。ここで、K_pは比例感度、T_iは積分時間、T_Dは微分時間の各パラメータである。判断手段４は被調節系１の出力すなわちプロセス２の制御出力ｙ、操作出力ｖおよび動作評価指数の基準信号ｉを受けてプロセス２の動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に基準信号ｉ以上となった場合に動作指令αを適応手段５へ送出する機能を持ったものである。なお、動作評価指数はプロセス２の性能を評価する値又はその値の集合であって、例えば次式により表わされる。

$$J=\int_0^{\infty} t\,|y|\,dt \quad \cdots(2)$$

具体的には第２図に示すように基準信号ｉ、制御出力ｙおよび操作出力ｖを入力する信号入力部６と、動作評価指数を演算し求める動作指数演算部７と、求められたプロセス２の動作評価指数と基準信号ｉとを比較してプロセス２の動作評価指数が大きい場合に動作指令αを送出する適応入力演算部８とから構成されている。適応手段５は、動作指令αを受けた期間動作状態となり、操作入力ｖに応じた規範モデル出力と制御出力ｙとの偏差（誤差）εを求め、この偏差εから随時プロセス２の特性（パラメータ）変化に応じた適応アルゴリズムを作成して調節計３の各パラメータK_p、T_i、T_Dを変更設定するものである。具体的な構成は第３図に示す如く規範モデルが予め設定された規範モデル部９と、この規範モデル９から出力される操作入力ｕに応じた規範モデルy_Mと制御出力ｙとの偏差εを受けてプロセス２の特性変化に応じた適応アルゴリズムを作成し、この適応アルゴリズムにより調節計３の各パラメータK_p、T_i、T_Dを変更設定する適応部１０とから構成されている。

次に上記の如く構成された装置の作用について第４図に示す適応制御フローチャートに従って説明する。判断手段４はプロセス２の制御出力ｙ、

操作出力vおよび判断の基準信号iを受けてプロセス2の動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に基準信号i以上となった場合に動作指令αを適応手段5へ送出する。さて、この適応手段5が動作状態となると、ステップs1において規範モデル部9が規範モデルy_Mを算出する。つまり、この規範モデルy_Mは、

$$y_M(k) = a1 \cdot y_M(k-1) + a2 \cdot y_M(k-2) + b1 \cdot u(k-1) \quad \cdots (3)$$

で表わされる。ここで、$y_M(k)$は時刻kにおける規範モデル部9の出力、$u(k)$は時刻kにおける規範モデル部9への操作入力、a1, a2, b1は規範モデル部9のパラメータである。

そして、ステップs2において規範モデル出力y_Mは偏差器11に送られて制御出力yとの偏差εが求められる。この偏差εは次のように求められる。

ここで、被調節系1の制御出力$y(k)$および時刻k−1における被調節系1の推定値を$y^*(k)$とすると、

$$y(k) = \hat{a1}(k) \cdot y \cdot (k-1) + \hat{a2}(k) \cdot y \cdot (k-2) + \hat{b1}(k) \cdot u \cdot (k-1) \quad \cdots (4)$$

$$y^*(k) = \hat{a1}(k-1) \cdot y \cdot (k-1) + \hat{a2}(k-1) \cdot y \cdot (k-2) + \hat{b1}(k-1) \cdot u \cdot (k-1) \quad \cdots (5)$$

と表わされる。ただし、$\hat{a1}(k)$、$\hat{a2}(k)$、$\hat{b1}(k)$は時刻kにおける被調節系1のパラメータである。なお、推定値$y^*(k)$は離散時間システムの場合問題となる1ステップ遅れに対処するためのものである。

従って、前記偏差器11から送出される偏差εは、

$$\varepsilon(k) = y_M(k) - y(k) \quad \cdots (6)$$

$$\varepsilon^*(k) = y_M(k) - y^*(k) \quad \cdots (7)$$

となる。

次にステップs3において適応部10は偏差ε(k)がしきい値EPS以上であるかを判断し、しきい値以下であればステップs4に移って調節計3の各パラメータK_D、T_I、T_Dを変更せずに調節計3から操作出力vを送出させる。

ところが、偏差$\varepsilon(k)$がしきい値以上であれば、ステップs5に移ってプロセス2の特性が変化したとして調節計3の各パラメータK_D、T_I、T_Dを変更設定する。この変更設定は次の通りに行われる。つまり、適応信号$\alpha1(k)$とその推定値$\alpha1^*(k)$は、現時点までの偏差εの合計を求めて、

$$\alpha1(k) = \varepsilon(k) + \sum_{i=1}^{r} Ci\, \varepsilon(k-1) \quad \cdots (8)$$

$$\alpha1^*(k) = \varepsilon(k) + \sum_{i=1}^{r} Ci\, \varepsilon(k-1) \quad \cdots (9)$$

となる。なお、Ciは係数であり、また次数rはプロセス2等に応じて設定される。そして、実施可能な適応則は上記第(8)式および第(9)式を用いて次式のように表わされる。

$$\hat{a_i}(k) = \hat{a_i}(k-1) + \Gamma a_i(\alpha_1^*(k)) = \sum_{l=0}^{k} \Gamma a_i(\alpha_1^*(l)) + \hat{a_i}(-1) \quad \cdots (10)$$

$$\hat{b_i}(k) = \hat{b_i}(k-1) + \Gamma b_1(v^*(k)) = \sum_{l=0}^{k} \Gamma b_1(v^*(l)) + \hat{b_1}(-1) \quad \cdots (11)$$

従って、適応部10は上記第(10)式および第(11)式を演算してその結果を調節計3へ送出する。これにより、調節計3は各パラメータK_D、T_I、T_Dを変更設定する。かくして、偏差ε(k)が「0」に近付くように調節計3の各パラメータK_D、T_I、T_Dが変更設定されて規範モデルy_Mに近似した制御が行われる。

このように上記一実施例においては、プロセス2の動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に、操作入力uに応じた規範モデル出力y_Mと制御出力yとの偏差εから随時プロセス2の特性変化に応じた適応アルゴリズムが作成され

て調節計３の各パラメータが変更設定されるので、この調節計３の各パラメータは随時プロセス２の特性変化に応じた値に設定できて常に最適な制御ができる。また、適応手段５の動作は判断手段４からの動作指令を受けている期間内でかつ偏差εがしきい値以上となった場合なので、プロセス２の特性が変化するタイミングで適応制御ができる。さらに、離散システムに限定されず連続システムにも適用でき、特にディジタルコンピュータを使用する場合は数ある適応アルゴリズムを適用してプロセスに最適な制御ができる。

なお、本発明は上記一実施例に限定されるものではなく、その主旨を逸脱しない範囲で変形できる。例えば、第５図に示すように評価関数部１２を設け、この評価関数部１２において目標値Ｑと制御出力ｙとの偏差ｅを用いて、

$$J1=\int_0^{\infty} t\,|e|\,dt$$

なる演算を実行してこのＪ１を適応手段１３に送出する。この適応手段１３は評価関数Ｊ１を最小とするように調節計３の各パラメータＫｐ，Ｔｉ，Ｔｏを変更設定するように構成してもよい。なお、評価関数Ｊ１を最小とする方法は最小２乗法や試行錯誤法等がある。また、評価関数部１２は次の評価関数Ｊ２、Ｊ３を用いてもよい。

$$J2=\int_0^{\infty} |e|\,dt$$

$$J3=\int_0^{\infty} e^2\,dt$$

［発明の効果］

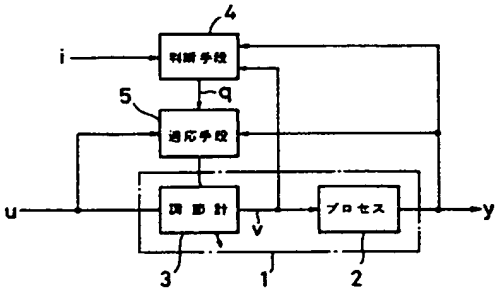
以上詳記したように本発明によれば、調節計のパラメータを随時変更設定してプロセス特性の変化に応じた最適な制御ができる適応制御装置を提供できる。

４．図面の簡単な説明

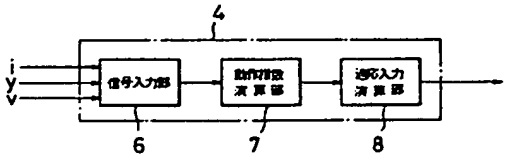
第１図ないし第３図は本発明に係わる適応制御装置の一実施例を示す構成図であって、第１図は全体構成図、第２図は判断手段の具体的な構成図、第３図は適応手段の具体的な構成図、第４図は本発明装置の適応動作フローチャート、第５図は本発明装置の変形例を示す図である。

１…被調節系、２…プロセス、３…調節計、４…判断手段、５…適応手段、６…信号入力部、７…動作指数演算部、８…適応入力演算部、９…規範モデル部、１０…適応部。

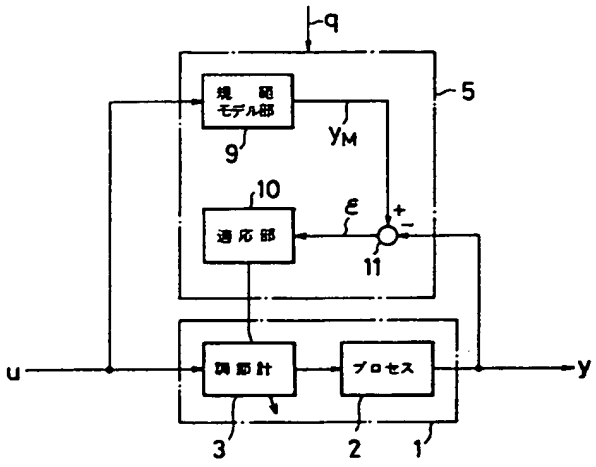
出願人代理人　弁理士　鈴江武彦



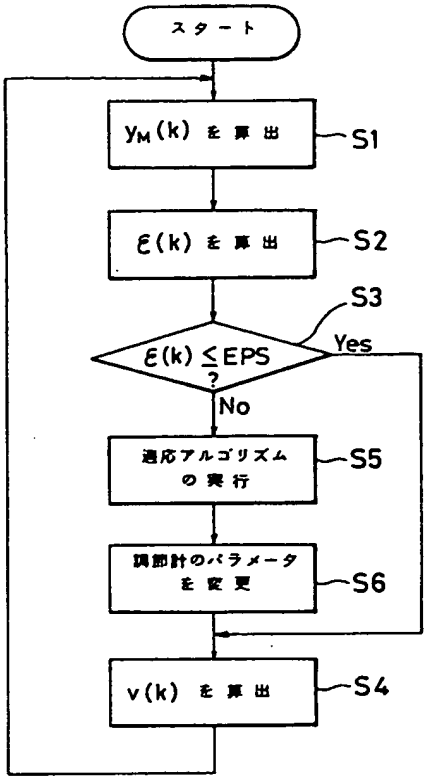
第１図



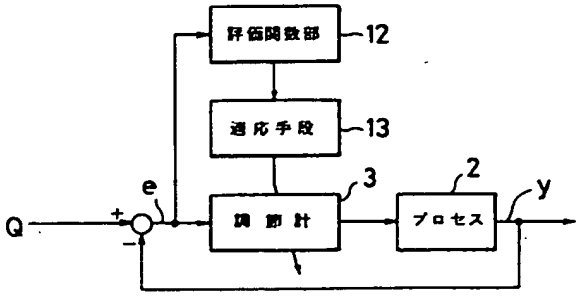
第２図


q
規範モデル部
9
y_M
5
10
適応部
ε
+
−
11
u
調節計
プロセス
y
3
2
1

第 3 図


スタート
$y_M(k)$ を算出
S1
ε(k) を算出
S2
S3
ε(k) ≦ EPS ?
Yes
No
適応アルゴリズムの実行
S5
調節計のパラメータを変更
S6
v(k) を算出
S4

第 4 図


評価関数部
12
適応手段
13
e
3
2
y
Q
+
−
調節計
プロセス

第 5 図